

## PENENTUAN MASSA DAN WAKTU KONTAK OPTIMUM ADSORPSI KARBON GRANULAR SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT Pb(II) DENGAN PESAING ION Na<sup>+</sup>

### DETERMINATION OF OPTIMUM MASS AND THE TIME CONTACT OF THE GRANULAR ACTIVATED CARBON ADSORPTION USED FOR ADSORBENT TO REMOVAL HEAVY METAL Pb(II) WITH COMPETITOR ION Na<sup>+</sup>

Rizky Putri Anjani\* dan Toeti Koestiari

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang Surabaya (60231) Telp. 031-8298761

\*e-mail: [rizkyanjani@gmail.com](mailto:rizkyanjani@gmail.com)

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui massa dan waktu kontak optimum adsorpsi karbon granular terhadap logam berat Pb(II) dengan pesaing ion Na<sup>+</sup>. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah Adsorpsi. Pada tahap pertama dilakukan optimalisasi daya serap karbon aktif granular terhadap larutan Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dengan variasi massa adsorben (0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5 gram). Pada tahap kedua dilakukan optimalisasi waktu kontak terhadap larutan Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dengan variasi waktu kontak (10, 30, 60 dan 90 menit). Hasil penelitian menunjukkan massa karbon aktif granular optimum pada 2 gram dengan %Pb Teradsorpsi 86,059% sedangkan untuk penentuan waktu kontak optimum pada menit ke 60 dengan %Pb Teradsorpsi 93,191%.

**Kata kunci:** adsorpsi, karbon aktif granular, logam Pb

**Abstract.** This study aims to determine the mass and time contact of the granular activated carbon adsorption of heavy metal Pb(II) with Na<sup>+</sup> ions competitors. In this study the method used adsorption. The first step is the optimalisation of granular activated carbon adsorption of the solution of Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> with the variation of the mass of adsorbent (0,5; 1; 1,5; 2; and 2.5 gram). The second step is the optimalisation of granular activated carbon adsorption of the solution of Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> with the variation of the contact time (10, 30, 60 and 90 minutes). The results showed the optimum mass of granular activated carbon at 2 grams with %Pb Adsorbed 86,059% while for the optimum contact time in the 60 minute with %Pb Adsorbed 93,191%.

**Keywords:** Adsorption, granular activated carbon, lead

#### PENDAHULUAN

Meningkatnya aktivitas di perkotaan saat ini seperti industri dan transportasi, menyebabkan pencemaran lingkungan yang berakibat buruk bagi kesehatan. Salah satu pencemaran lingkungan yaitu logam berat Pb(II) dapat berada di udara bahkan perairan. Selain logam berat Pb(II), pada perairan juga terdapat logam Na yang mengendap dalam sedimen tanah.

Timbal (Pb) merupakan logam berat beracun yang secara alami terdapat pada batuan dan lapisan kerak bumi. Proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin merupakan

salah satu jalur sumber Pb masuk ke dalam perairan yang selanjutnya akan dialirkan melalui sungai dan akan mengendap di tanah. Selain itu timbal (Pb) juga dapat masuk kedalam atmosfer bumi yang berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor [1].

Partikel logam berat Pb(II) yang berasal dari emisi kendaraan bermotor seperti TEL yang dapat mencemari tanah, tanaman, hewan, bahkan manusia dengan berbagai cara seperti sedimentasi, presipitasi dan inhalasi [2]. Timah hitam (Pb) yang dikeluarkan dari kendaraan bermotor rata-rata berukuran 0,02 – 0,05 µm [3].

Natrium merupakan salah satu unsur utama dari kerak mineral, sedimen, dan perairan laut. Selain itu Na dibutuhkan dalam pupuk ataupun pestisida pada tanaman. Berdasarkan prosesnya, natrium terakumulasi terus-menerus di laut kemudian dibawa oleh aliran sungai ke tanah. Peningkatan natrium di dalam tanah dapat mengubah struktur tanah, yang selanjutnya dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman [4].

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, kadar ion Pb maksimum yang diperbolehkan adalah 0,01 mg/L. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri, kadar maksimum ion Pb dalam limbah cair adalah 0,1 mg/L. Kadar natrium pada perairan laut dapat mencapai 10.500 mg/L atau lebih, berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, kadar logam Na yang diperbolehkan sebaiknya tidak lebih dari 200 mg/L [5].

Agar dapat mengurangi pencemaran logam berat Pb terutama di perairan maka diupayakan salah satu cara yaitu dengan proses adsorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif sebagai penyerap uap, biasanya berbentuk granular atau pellet yang sangat keras, dengan diameter pori berkisar antara 10-200 Å, sedangkan tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas yang berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan dan pemurnian gas. Karbon aktif biasanya diperoleh dari tempurung kelapa, tulang, batu bata, serbuk gergaji, sekam padi, tongkol jagung [6].

Penyerapan menggunakan karbon aktif sangat efektif untuk menghilangkan logam berat. Karbon aktif memiliki jaringan berpori yang sangat luas yang berubah-ubah bentuknya sehingga dapat menerima molekul pengotor baik besar maupun kecil. Karena

kecepatan penyerapan karbon aktif dalam proses adsorpsi tergantung dari sifat adsorpsi, keelektronegatifan, temperatur, luas permukaan, pH, massa optimum dan waktu kontak karbon aktif dengan logam berat [7].

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan upaya untuk mengurangi kadar logam berat Pb(II) karena dapat bersifat toksik jika melampaui ambang batas. Maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui Kapasitas adsorpsi karbon aktif granular sebagai adsorben logam berat Pb(II) dengan pesaing ion  $\text{Na}^+$  dengan harapan karbon granular dapat menyerap secara optimum sebagai penjernih air.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat**

Pada penelitian ini digunakan beberapa alat yaitu Spektroskopi Serapan Atom (SSA) Perkin Elmer AAnalyst 100, alat-alat kaca, ayakan 100 mesh, shaker, neraca analitik, dan oven merk Heraeus.

### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah karbon granular PT. Brataco, serbuk  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , serbuk  $\text{NaNO}_3$ , aquabides, aluminium foil, kertas saring, dan kertas label.

## **PROSEDUR PENELITIAN**

### **Penentuan massa optimum karbon aktif granular sebagai adsorben logam berat Pb(II)**

Sebanyak 50 mL larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dengan konsentrasi awal 10,34 ppm diinteraksikan dengan variasi massa adsorben yang telah lolos 100 mesh sebanyak 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5 gram. Dilakukan pengadukan dengan kecepatan 100 rpm selama 60 menit. Campuran kemudian disaring dan filtratnya

diuji dengan SSA dengan panjang gelombang 283,3 nm. Sehingga diperoleh massa optimum.

### Penentuan waktu kontak optimum karbon aktif granular sebagai adsorben logam berat Pb(II).

Sebanyak 50 mL larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dengan konsentrasi awal 10,34 ppm diinteraksikan dengan massa adsorben optimum yang telah lolos 100 mesh sebanyak 2 gram. Dilakukan pengadukan dengan kecepatan 100 rpm dalam variasi waktu kontak yaitu 10, 30, 60, dan 90 menit. Campuran kemudian disaring dan filtratnya diuji dengan SSA dengan panjang gelombang 283,3 nm. Sehingga diperoleh waktu kontak optimum.

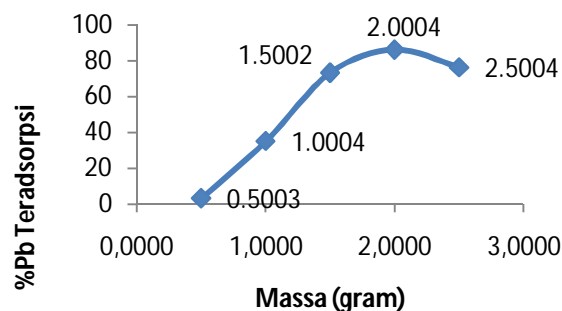
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan massa optimum karbon aktif granular sebagai adsorben logam berat Pb(II)

Data yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Penentuan Massa Optimum

No.	Massa rata-rata (gram)	Konsentrasi Pb Awal (ppm)	Konsentrasi Pb Akhir (ppm)	Pb Teradsorpsi	%Pb Teradsorpsi	%Pb Teradsorpsi rata-rata
1	0,5001	10,34	9,892	0,448	4,333	3,182
	0,5005	10,34	10,13	0,21	2,031	
2	1,0003	10,34	6,873	3,467	33,530	35,068
	1,0004	10,34	6,555	3,785	36,605	
3	1,5001	10,34	2,427	7,913	76,528	73,182
	1,5002	10,34	3,119	7,221	69,836	
4	2,0002	10,34	0,468	9,872	95,474	86,059
	2,0005	10,34	2,415	7,925	76,644	
5	2,5002	10,34	2,454	7,886	76,267	76,214
	2,5005	10,34	2,465	7,875	76,161	



Gambar 1. Grafik Penentuan Massa Optimum berdasarkan % Pb Teradsorpsi

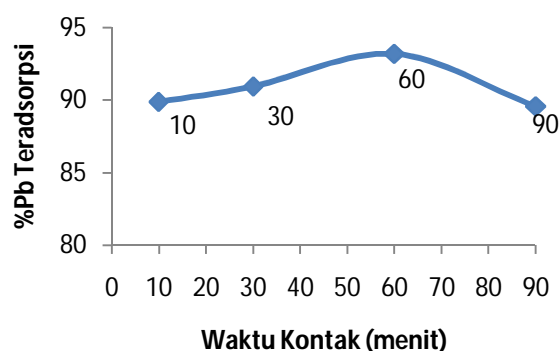
Pengaruh jumlah adsorben merupakan parameter penting karena dapat menentukan kapasitas adsorben selama penambahan konsentrasi awal adsorbat. Adanya peningkatan jumlah adsorben cenderung meningkatkan daya serap terhadap adsorbat [8]. Tetapi berdasarkan Gambar 1 dalam penentuan massa optimum ditunjukkan adanya peningkatan dan penurunan % Pb teradsorpsi dalam variasi massa karbon. Proses adsorpsi  $\text{Pb}^{2+}$  terjadi seiring dengan meningkatnya massa karbon aktif granular dari massa 0,5 gram sampai massa 2 gram. Hal tersebut menunjukkan bahwa massa adsorben berpengaruh terhadap proses adsorpsi karena semakin bertambahnya massa adsorben, maka nilai %Pb Teradsorpsi terhadap ion juga semakin meningkat dan mencapai kesetimbangan. Pada massa 2,5 gram, proses adsorpsi dinyatakan berhenti karena berdasarkan nilai %Pb Teradsorpsi telah mendekati kesetimbangan karena jumlah molekul adsorbat yang berikatan dengan adsorben semakin sedikit. Hal tersebut dikarenakan jumlah adsorben mempengaruhi proses adsorpsi dimana semakin bertambahnya massa menyebabkan adsorben telah mencapai titik jenuh jika permukaannya telah terisi oleh adsorbat. Sehingga massa karbon aktif granular 2 gram ditetapkan sebagai massa optimum.

### Penentuan waktu kontak optimum karbon aktif granular sebagai adsorben logam berat Pb(II).

Data yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Penentuan Waktu Kontak Optimum

No.	Waktu Kontak (menit)	Massa (gram)	Massa rata-rata (gram)	Konsentrasi Pb Awal (ppm)	Konsentrasi Pb Akhir (ppm)	% Pb Teradsorpsi	% Pb Teradsorpsi rata-rata
1	10	2,0003		10,34	1,093	89,429	
		2,0003	2,0003	10,34	0,997	90,358	89,894
2	30	2,0004		10,34	0,885	91,441	
		2,0002	2,0003	10,34	0,987	90,455	90,948
3	60	2,0002		10,34	0,726	92,979	
		2,0002	2,0002	10,34	0,682	93,404	93,191
4	90	2,0002		10,34	1,084	89,516	
		2,0003	2,0003	10,34	1,073	89,623	89,570



Gambar 2. Grafik Penentuan Waktu Kontak Optimum berdasarkan % Pb Teradsorpsi

Pada Gambar 2 menunjukkan adanya peningkatan dan penurunan. Dimana pada menit ke 10 mengalami peningkatan tetapi pada menit ke 30 mengalami penurunan yang disebabkan kurangnya adsorbat yang terserap pada adsorben. Pada menit ke 60 mengalami peningkatan dan penurunan yang sangat tajam pada menit ke 90. Hal tersebut dikarenakan waktu kontak optimum terjadi pada menit ke 60 sedangkan pada menit ke 90 mengalami penurunan karena konsentrasi adsorbat yaitu  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  tidak bisa berinteraksi dengan adsorben, karena molekul-molekul adsorbat

tidak ada yang berikatan dengan sisi aktif dari adsorben yaitu karbon granular.

### PENUTUP

#### Simpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proses adsorpsi karbon aktif granular sebagai adsorben logam berat Pb(II) pada larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dengan konsentrasi awal 10,34 ppm menghasilkan massa adsorben optimum sebanyak 2 gram dan waktu kontak optimum selama 60 menit.
2. Pada proses adsorpsi karbon aktif granular sebagai adsorben logam berat Pb(II) dengan pesaing ion  $\text{Na}^+$  menghasilkan %Pb teradsorpsi untuk massa optimum sebesar 86,059% sedangkan untuk waktu kontak optimum 93,191%.

#### Saran

Dari hasil penelitian ini yang dapat disarankan sebagai berikut:

1. Perlu penambahan titik variasi massa dan lama kontak yang lebih besar sehingga dapat mencapai keadaan kesetimbangan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi yang lain seperti konsentrasi dan pH untuk mengetahui kemampuan adsorpsi karbon aktif granular dalam mengadsorpsi logam berat.
3. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan variasi logam sebagai pesaing.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta
2. Parsa, K. 2001. *Penentuan Kandungan Pb Dan Penyebaran di Dalam Tanah Pertanian Disekitar Jalan Raya Kemenuh, Gianyar*. Skripsi. Bali : MIPA Kimia Universitas Udayana.
3. Fergusson, J.E.. 1990. *The Heavy Element Chemistry, Enviromental Impact And Healt Effect*. Oxford : Fergusson Press.
4. Laksono, Bagus. D. 2011. *Natrium*. <http://bagusdlaksono.wordpress.com/2011/03/20/natrium/>. Diakses pada tanggal 8 Januari 2014.

5. Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Kanisius.
6. Sembiring, M.T., dan Tuti Sarma S. 2003. *Arang Aktif Pengenalan dan Proses Pembuatannya*. Sumatera : Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Jurnal Online.
7. Sulistyawati, Sari. 2008. *Modifikasi Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Berat Pb(II)*. Skripsi. Bogor : Departemen Kimia Fakultas MIPA ITB.
8. Bhattacharyya, KG and Gupta, S.S. 2008. *Immobilization of Pb(II), Cd(II) and Ni(II) Ions on Kaolinite and Montmorillonite Surfaces from Aqueous*. Journal of Environmental management 87: 45-58.

